

⑨ 日本国特許庁 (JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

昭58—33836

⑪ Int. Cl.<sup>3</sup>  
H 01 L 21/30

識別記号

庁内整理番号  
7131—5F

⑬ 公開 昭和58年(1983)2月28日

発明の数 2  
審査請求 未請求

(全 3 頁)

⑭ プラズマアツシヤ方法およびその装置

社日立製作所コンピュータ事業  
本部デバイス開発センター内

⑮ 特 願 昭56—131539

⑯ 出 願 人 株式会社日立製作所

⑰ 出 願 昭56(1981)8月24日

東京都千代田区丸の内1丁目5  
番1号

⑱ 発 明 者 小泉亨

⑲ 代 理 人 弁理士 薄田利幸

小平市上水本町1450番地株式会

明 細 書

発明の名称 プラズマアツシヤ方法およびその装  
置

特許請求の範囲

1. 反応ガスと高周波電力との協働によりプラズマを発生させるプラズマアツシヤ方法において、発生されたプラズマの発光スペクトルからプラズマエネルギーを検出し、この検出値に基づいて前記反応ガスの流量や圧力更には高周波電力をフィードバック制御してプラズマエネルギーを一定に保つことを特徴とするプラズマアツシヤ方法。
2. 発光スペクトルのスペクトルに分布と各スペクトル強度を測定してエネルギーを検出してなる特許請求の範囲第1項記載のプラズマアツシヤ方法。
3. 反応ガスのラジカル波長等と合致する波長の発光スペクトル強度を測定してエネルギーを検出してなる特許請求の範囲第1項記載のプラズマアツシヤ方法。
4. 内部にプラズマアツシヤ処理を行なう試料を載置するチャンバと、このチャンバ内に反応ガス

を流通するガス供給手段と、前記チャンバ近傍に配置した高周波コイルに高周波電力を供給する手段と、前記チャンバ内に発生するプラズマの発光スペクトル分布や強度を能率的或いは選択的に測定してプラズマエネルギーとして検出する手段と、検出値を基準値と比較した上で前記反応ガス手段、高周波電力供給手段の少なくとも一方を制御する手段とを備えることを特徴とするプラズマアツシヤ装置。

発明の詳細な説明

本発明は半導体製造工程におけるスカム除去に好適なプラズマアツシヤ方法およびその装置に関するものである。

半導体装置の製造工程の一つであるホトリソグラフィ工程では半導体ウエーハのエッチングに際してホトレジストを使用しているが、特にネガ型のホトレジストを用いる場合には現像、ポストベーク後にホトレジストを全体に薄く除去する工程、いわゆるスカム除去が行なわれる。このスカム除去には従来からプラズマを利用したプラズマアツ

シヤが用いられ、プラズマのエネルギーとアツシヤ時間を適宜に設定することによりアツシヤ条件の制御を行なっている。

しかしながら、従来のこのアツシヤ条件の制御は、プラズマアツシヤ装置内へ供給する反応ガスの流量や高周波コイルに供給する高周波電源の電力等を予め設定した値を基準として供給しているのにすぎないため、プラズマアツシヤ装置内での状況の変化に対してプラズマエネルギーを常に一定に保持することは困難であり、安定したスカム除去を行なうことが難しい。このため、スカム除去量と密接な関係にあるホトレジストの線幅寸法にばらつきが生じ、半導体装置の製造歩留りが低下されるという問題がある。

したがって、本発明の目的はプラズマの発光スペクトルの強度を検出し、この検出値に基づいて反応ガスの流量や圧力、供給電力を制御することにより、アツシヤ装置内のプラズマエネルギーを常に一定に制御してアツシヤ条件を一定に保ち、これにより良好なスカム除去を行なつて半導体装置

の製造歩留りを向上することができるプラズマアツシヤ方法およびその装置を提供することにある。

以下、本発明を図示の実施例により説明する。

第1図は本発明の一実施例装置であり、先ず本発明装置を説明し次にその作用と共に本発明方法を説明する。図において、1はプラズマアツシヤ本体であり、前面扉2の閉成により内部を気密に保持できる石英製の円筒チャンバ3を有している。この円筒チャンバ3内にはボートローダ4上に設置した試料、即ち半導体ウエーハ5を内装設置できると共に、開設したガス供給口6と排気口7を通して内部に酸素等の反応ガスを循環通流する。また、この円筒チャンバ3の外周には高周波コイル8を捲回し、高周波電力が通流されたときには円筒チャンバ3内にプラズマを発生させる。

前記ガス供給口6にはガス源としてのガスボンベ9を管路10を介して接続してガスボンベ9からの反応ガスを通流する一方、管路10には電磁弁11を介装してガスの流量および円筒チャンバ3内のガス圧力を制御し得るようにしている。ま

た、前記高周波コイル8には高周波電源12を接続し、この高周波電源12を制御することにより高周波コイル8に供給する電力を制御することができる。そして、前記電磁弁11と高周波電源12とは夫々マイクロコンピュータ等の制御部13に接続し、この制御部13により前記ガス流量や供給電力を制御するようにしている。

一方、前記円筒チャンバ3の周壁一部には光取出し窓3aを形成し、この窓3aに臨んで分光器14およびフォトマル15を一体的に配設する。分光器14は円筒チャンバ3内に発生したプラズマをスペクトル分光し、フォトマル15は各スペクトル強度を検出する。そして、フォトマル15に接続したコンパレータ16は前記スペクトル強度の総和を計出し、かつこの値を予め設定した基準値17と比較することにより両者の差を求め、この差を前記制御部13に入力することができる。

次に、以上の構成のプラズマアツシヤ装置の作用と共に本発明方法を説明する。円筒チャンバ3内に試料5を設置した後前面扉2を閉塞し、内

部を気密に保つた状態で制御部13を作動して電磁弁11を開放しガスボンベ9内の反応ガスを管路10およびガス供給口6を通してチャンバ3内に通流する。このとき、一部のガスを排気口7から排出することによりチャンバ内を所望のガス圧力に保持する。一方、高周波コイル8には高周波電源12にて電力を供給し、チャンバ内のガスと協働してチャンバ内にプラズマを発生させる。そして、このとき発生したプラズマは窓3aを通して分光器14にてスペクトル分光され、フォトマル15により各スペクトルの強度が検出される。次いで、この検出値はコンパレータ16に出力されて基準値17と比較され、両者の差が制御部13に入力される。即ち、プラズマのエネルギーは、その発光スペクトル分布と各スペクトルの強度によつて定まることが知られており、したがつてこのスペクトル強度を検出してこれを所定の基準値と比較すればそのときのプラズマエネルギーが所定のエネルギーと比較して大きいかあるいは小さいかが判明する。このため、前述した差に基づいて制御

部13ではプラズマエネルギーを大或いは小の方向へ制御するように作動し、例えば高周波コイルへの供給電力を増大或いは低減してプラズマエネルギーを所定のエネルギーに一致するようにフィードバック制御するのである。この場合、制御部13は電磁弁11を制御してガス流量およびガス圧力を制御するようにしてもよく、また前述した電力と同時にガス流量を制御するようにしてもよい。

この結果、円筒チャンバ3内において発生するプラズマのエネルギーを常に一定に保持でき、チャンバ内のアツシヤ条件を一定に保つて良好なスカム除去を行ない、半導体装置の製造歩留を向上することができるのである。

ここで、プラズマのエネルギーを検出する際に、プラズマに特有の発光スペクトルの強度を測定するようにしてもよい。即ち、酸素ラジカルやOHラジカル等の波長に合致するスペクトル強度を測定すればよく、例えば第2図に要部を示すように円筒チャンバ3の窓3aの外側に、分光器に代えて前述した波長の光を透過する光フィルタ18を

配設し、その後方にホトマル15を配設した構成とすればよい。このようにしても、円筒チャンバ内にて発生するプラズマのエネルギーをガス流量や高周波電力のフィードバック制御により一定に保持でき、安定したアツシヤ条件を確保することができる。

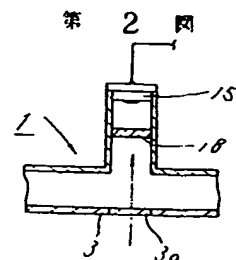
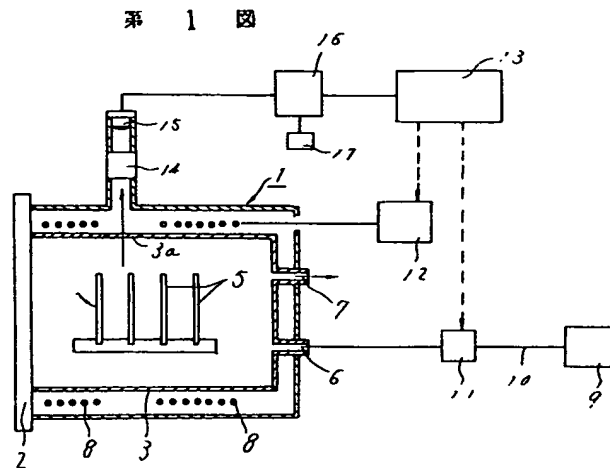
以上のように本発明によれば、プラズマのエネルギーをプラズマの発光スペクトルから検出し、この検出値に基づいてプラズマエネルギーを決定するガス流量や圧力、供給電力をフィードバック制御し、これによりアツシヤ装置内に発生するプラズマエネルギーを常に一定に制御してアツシヤ条件を一定に保っているため、良好なスカム除去を可能にし、半導体装置の製造歩留りを向上することができるという効果を奏する。

図面の簡単な説明

第1図は本発明装置の一実施例の断面図、第2図は変形例の要部断面図である。

1…アツシヤ本体、3…円筒チャンバ、3a…窓、5…試料、8…高周波コイル、9…ガス源、

11…電磁弁、12…高周波電源、13…制御部、14…分光器、15…ホトマル、16…コンプレータ、17…基準値、18…フィルタ。



PTO: 2004-3641

Japanese Published Unexamined (Kokai) Patent Publication No. S58-33836; Publication Date: February 28, 1983; Application No. S56-131539; Application Date: August 24, 1981; Int. Cl.<sup>3</sup>: H01L 21/30; Inventor: Toru Koizumi; Applicant: Hitachi Ltd.; Japanese Title: Purazuma Assha Houhou oyobi sono Souchi (Plasma Asher and Device Therefor)

---

## Specification

### Title of Invention

Plasma Asher and Device Therefor

### Claim(s)

1. A plasma asher that generates plasma due to a cooperative effect of a reaction gas and a high frequency power, characterized in that a plasma energy is detected from light emitting spectra of the generated plasma; based on the detected value, the flow rate of the reaction gas, the pressure thereof and the high frequency power are feedback-controlled to maintain the plasma energy at specific values.
2. The plasma asher, as disclosed in Claim 1, characterized in that the energy is detected by measuring the distribution of the light emitting spectra and the intensity of each spectrum.
3. The plasma asher, as disclosed in Claim 1, characterized in that the energy is detected by measuring the intensity of the light emitting spectra having a wavelength that matches a radical wavelength of the reaction gas.
4. A plasma asher, characterized by being comprised of the following component and means: a chamber for internally placing a sample to be treated by a plasma-asher means; a

gas supply means for distributing the reaction gas onto the chamber; a means for supplying a high frequency power to a high frequency coil arranged around the chamber; a means for detecting the distribution and intensity of the light emitting spectra of the plasma generated inside the chamber as a plasma energy by measuring them collectively or selectively; a means for controlling at least one of the reaction gas means and the high frequency power supply means upon comparing of the detected value with a reference value.

#### Detailed Description of the Invention

This invention pertains to a plasma asher that is suited for a scum removal at a semiconductor producing process and a device therefor.

A photoresist is used during an etching of a semiconductor wafer at a photolithography process, which is one of the steps in the production process for a semiconductor device. In particular, when a negative photoresist is used, a process for thinly removing the photoresist from the whole surface after a developing and a post-baking have been applied, a so-called scum removal, is applied. A plasma asher that uses plasma is conventionally applied to remove the scum. By properly predetermining the plasma energy and the asher period, the asher conditions are controlled.

However, as in the control of the asher conditions, because the flow volume of a reaction gas to be supplied into the plasma asher device and the power of a high frequency power source are supplied merely using predetermined value as a reference, it is difficult for the plasma energy to be maintained constantly at a specific level in relation to the change of the conditions inside the plasma asher device, thereby becoming difficult to

perform a stable scum removing operation. Due to this difficulty, the line width size of the photoresist fluctuates, which is closely related to the amount of the scum removed, thereby deteriorating the yield in the production of the semiconductor device.

Accordingly, the purpose of the invention is to offer a plasma asher and a device therefor as follow. The intensity of light emitting spectra of plasma is detected. Based on the detected value, the flow volume of a reaction gas, the pressure thereof and the power supply are controlled to control the plasma energy inside the asher device constantly at a specific level. By these means, a sufficient scum removal is performed to improve the yield in the production of a semiconductor device.

The invention is described hereinbelow using the working example as illustrated in the drawings.

Fig.1 illustrates a device as in a working example of the invention. First, the device of the invention is first described, and secondly the function and a method of the invention. In the drawing, reference number 1 refers to a plasma asher body, which comprises a quartz cylindrical chamber 3 that can keep the inside at an airtight state by closing a front surface door 2. In the inside cylindrical chamber 3, a sample placed on a port loader 4 can be provided. More specifically, a semiconductor wafer 5 can be internally provided. A reaction gas such as oxygen is also circulated inside through an opened gas supply inlet 6 and a gas exhaust outlet 7. A high frequency coil 8 is wound around the outer circumference of cylindrical chamber 3 to generate plasma inside cylindrical chamber 3 when a high frequency power is supplied.

While a gas bomb 9 is connected to gas supply inlet 6 via a pipe passage 10 as a gas source to distribute the reaction gas from gas bomb 9, the flow rate of the gas and the

gas pressure inside cylindrical chamber 3 are controlled by providing an electromagnetic valve 11 in pipe passage 10. A high frequency power source 12 is connected to high frequency coil 8. By controlling high frequency power source 12, the power to be supplied to high frequency coil 8 is controlled. Electromagnetic valve 11 and high frequency power source 12 are then individually connected to a control unit 13 such as a microcomputer so as to control the flow rate of the gas and the supplied power using control unit 13.

On the other hand, a light extracting window 3a is formed at a part of the circumferential wall of cylindrical chamber 3. Facing window 3a, a spectroscope 14 and a photomultiplier 5 are integrally arranged. Whereas spectroscope 14 transforms plasma generated in cylindrical chamber 3 into spectra, photomultiplier 15 detects the intensity of each spectrum. A comparator 16 connected to photomultiplier 15 calculates the sum of the intensities of the spectra and obtains a difference between the value and a predetermined reference value 17 by comparing both values. The difference is input to control unit 13.

The function of the plasma asher device as constituted above and the method of the invention are described next. By closing front surface door 2 after sample 5 has been placed inside cylindrical chamber 3, control unit 13 is operated while the inside is kept at an airtight state to open electromagnetic valve 11 so as to supply the reaction gas inside gas bomb 9 into chamber 3 through pipe passage 10 and gas supply inlet 6. At the time, the interior of the chamber is maintained at a desired gas pressure by partially exhausting the gas from gas exhaust outlet 7. On the other hand, a power is supplied to high frequency coil 8 from high frequency power source 12 to generate plasma while cooperatively acting with the gas inside the chamber. The generated plasma is transformed

into spectra with spectroscopy 14 via window 3a, and the intensity of each spectrum is detected by photomultiplier 15. The detected value is then output to comparator 16 to be compared with reference value 17, thereby inputting the difference between both values to control unit 13. More specifically, as it is known that the plasma energy is determined by the distribution of the light emitting spectra and the intensity of each spectrum, if the intensity of the spectrum is detected and if the detected value is compared with a predetermined reference value, the size of the plasma energy is identified if the plasma energy at the time is larger or smaller than a predetermined energy. Accordingly, control unit 13 operates so as to control the plasma energy in a smaller or larger direction based on the aforementioned difference. For example, the plasma energy is feedback-controlled so as to match the predetermined energy by increasing or reducing the power supplied to the high frequency coil. In this case, control unit 13 can control the flow rate of the gas and the gas pressure by controlling electromagnetic valve 11 or control the flow rate of the gas simultaneously with the power.

As a result, the plasma energy generated inside cylindrical chamber 3 is constantly kept at a specific level. Also maintaining the ash conditions inside the chamber at a specific level, the scum is sufficiently removed, thereby improving the yield in the production of the semiconductor device.

At this point, the intensity of the light emitting spectrum characteristic to plasma can be measured during the detection of the plasma energy. More specifically, the spectrum intensity that matches an oxygen or OH radical wavelength can be measured. As the main components are shown in Fig.2, a light filter 18 for transmitting light at the aforementioned wavelength is provided at the outside window 3a of cylindrical chamber 3



in lieu of the spectroscope, and photomultiplier 15 at the rear of light filter 18. With this constitution also, the plasma energy generated in the cylindrical chamber is maintained at a specific level by the feedback control of the flow rate of the gas and the high frequency power, thereby ensuring stable asher conditions.

As described above, according to the invention, the plasma energy is detected from the light emitting spectra thereof. The flow rate of the gas, the gas pressure and the power to be supplied, which determine the plasma energy based on the detected value, are feedback-controlled. By this means, the plasma energy generated in the asher device is controlled constantly at a specific level to maintain the asher conditions at a specific level, thereby making a sufficient scum removal possible and improving the yield in the production of the semiconductor device.

#### Brief Description of the Invention

Fig.1 is a cross-sectional view illustrating a working example of a device of the invention. Fig.2 is a cross-sectional view illustrating the main components of a modification.

1...Asher body

3...Cylindrical chamber

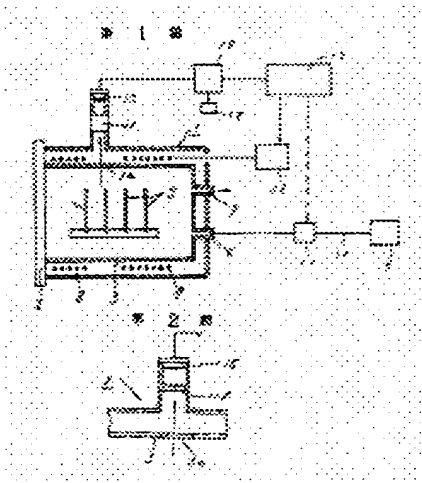
3a...Window

5...Sample

8...High frequency coil

9...Gas source

- 11...Electromagnetic valve
- 12...High frequency power source
- 13...Control unit
- 14...Spectroscope
- 15...Photomultiplier
- 16...Comparator
- 17...Reference value
- 18...Filter



U.S. Patent and Trademark Office  
Translations Branch  
5/28/04  
Chisato Morohashi